

цированность зерна урожая получена на вариантах с применением торфяных препаратов. 2005 год был наименее благоприятным по погодным условиям. За вегетационный период выпало большое количество осадков. Но при этих условиях наиболее низким этот показатель оказался на вариантах с применением торфяных препаратов (табл. 3).

### Заклучение

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что торфяной гуминовый препарат проявлял полифункциональную активность, обеспечивая повышение урожайности, улучшение качества и снижение инфицированности зерна урожая.

### Библиографический список

1. Лесовой М.П. Основы концепции защиты растений на Украине // Защита и карантин растений. – 2003. – № 9. – С. 14-16.
2. Дьяков Ю.Т. Индуцирование иммунитета // Защита растений. – 1987. – № 8. – С. 122-125.
3. Чистяков А.В. Гуматы нового поколения // Защита и карантин растений. – 2012. – № 3. – С. 5-6.
4. Наумова Г.В. Торф в биотехнологии. – Минск, 1987. – 151 с.
5. Бурмистрова Т.И., Сысоева Л.Н., Трунова Н.М., Терещенко Н.Н. Способ получения средства для защиты растений от грибковых заболеваний: пат. № 2216172, РФ // Б.И. 2003, № 32.

6. Практикум по методике полевого опыта. – Днепропетровск, 1972. – 23 с.

7. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. – Л.: Гидрометеиздат, 1937. – С. 5-27.

8. Подколзин А.А., Гуревич К.Г. Действие биологически активных веществ в малых дозах. – М.: Изд-во КМК, 2002. – 170 с.

### References

1. Lesovoy M.P. Osnovy kontseptsii zashchity rasteniy na Ukraine // Zashchita i karantin rasteniy. – 2003. – № 9. – S. 14-16.

2. D'yakov Yu.T. Indutsirovanie immuniteta // Zashchita rasteniy. – 1987. – № 8. – S. 122-125.

3. Chistyakov A.V. Gumaty novogo pokoleniya // Zashchita i karantin rasteniy. – 2012. – № 3. – S. 5-6.

4. Naumova G.V. Torf v biotekhnologii. – Minsk, 1987. – 151 s.

5. Burmistrova T.I., Sysoeva L.N., Trunova N.M., Tereshchenko N.N. Sposob polucheniya sredstva dlya zashchity rasteniy ot gribkovykh zabolevaniy: Pat. № 2216172, RF // B.I. 2003., № 32.

6. Praktikum po metodike polevogo opyta. – Dnepropetrovsk, 1972. – 23 s.

7. Selyaninov G.T. Metodika sel'skokhozyaystvennoy kharakteristiki klimata // Mirovoy agroklimaticheskiy spravochnik. – L.: Gidrometeoizdat, 1937. – S. 5-27.

8. Podkolzin A.A., Gurevich K.G. Deystvie biologicheski aktivnykh veshchestv v malykh dozakh. – M.: Izd-vo KMK, 2002. – 170 s.



УДК 631.6.02

А.В. Тиньгаев, Л.А. Малютина  
A.V. Tingayev, L.A. Malyutina

## ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

### INFORMATION-LOGICAL MODEL OF SPRING WHEAT YIELD WHEN APPLYING POULTRY MANURE AS FERTILIZER

**Ключевые слова:** Алтайский край, утилизация птичьего помета, органическое удобрение, норма внесения, урожайность, яровая пшеница, полевой опыт, общее использование помета.

**Keywords:** Altai Region, poultry farming wastes, poultry manure, organic fertilizer, spring wheat, field trial, fertilizer application rate, crop yield, information-logical analysis.

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от обеспеченности растений основными макро- и микроэлементами, источником которых могут выступать органические удобрения. Цель исследования – оценка степени влияния норм внесения птичьего помета на урожайность яровой пшеницы с использованием информационно-логической модели. Исследования были проведены в 2014-2016 гг. на территории Зонального района Алтайского края в полевом опыте с яровой мягкой пшеницей сорта Омская 28. Полевой опыт был заложен в вариантах: 1-й вариант – контрольный, 2-й вариант – 5 т/га, 3-й вариант – 10 т/га, 4-й вариант – 15 т/га, 5-й вариант – 20 т/га птичьего помета. В качестве органического удобрения использовался помет разновозрастных кур, который не менее 1 года до закладки полевого опыта выдерживался в бурте. Почва опытных участков – чернозем оподзоленный маломощный среднегумусный, среднесуглинистый, слабо (средне) смытый. Варианты опыта оказали значительное влияние на урожайность пшеницы согласно дисперсионному анализу от 89,3 до 94,6% по годам исследования. Проведенный информационно-логический анализ влияния показал наличие прямой тесной связи между нормой внесения птичьего помета и урожайностью. Совокупное влияние изученных факторов на урожайность (нормы внесения помета, ГТК, гумуса, валовых форм азота, фосфора, калия, кислотности почвы) составил 95,45%. Наибольшее влияние на урожайность оказали нормы внесения птичьего помета – 29,46%. На основании ранжирования влияющих факторов по признаку информативности каждого фактора от максимального значения к

минимальному была построена информационно-логическая модель урожайности.

Crop yielding capacity depends on the availability of basic plant macro- and micronutrients, and organic fertilizers may be their source. The research goal was to evaluate the degree of influence of poultry manure application rates on spring wheat yield by using information-logical model. The studies were carried out from 2014 till 2016 in the Zonalniy District of the Altai Region in a field trial with spring wheat of the variety Omskaya 28. The trial variants were as following: 1) control, 2) poultry manure application rate of 5 t ha, 3) 10 t ha, 4) 15 t ha, and 5) 20 t ha. Poultry manure of mixed-age chickens was applied as organic fertilizer after having been stored in manure heaps at least for one year. The soil of the trial plots was chernozem: podzolized, thin, medium humus, medium loamy and moderately washed-off. According to analysis of variance, the trial variants had significant impact on wheat yield – from 89.3% to 94.6% by the years of the research. The conducted information-logical analysis revealed a direct close relationship of poultry manure application rate and crop yield. The cumulative influence of the studied factors on crop yield (poultry manure application rates, hydrothermal index, humus content, total forms of nitrogen, phosphorus and potassium, and soil acidity) amounted to 95.45%. Poultry manure application rates had the greatest effect on crop yield – 29.46%. Information-logical model of crop yield was constructed based on the ranking of the influencing factors according to their informational value from the maximum to the minimum.

**Тингаев Анатолий Владимирович**, д.т.н., доцент, зав. каф. информационных технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-05. E-mail: it@asau.ru.

**Малютина Людмила Анатольевна**, аспирант, ст. преп., каф. информационных технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-05. E-mail: lucy77@mail.ru.

**Tingayev Anatoly Vladimirovich**, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Information Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-05. E-mail: it@asau.ru.

**Malyutina Lyudmila Anatolyevna**, post-graduate student, Asst. Prof., Chair of Information Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-05. E-mail: lucy77@mail.ru.

### Введение

Отходы птицеводства составляют 3,7% всех отходов агропромышленного комплекса России [1]. Значительная доля всех отходов птицефабрик по стране приходится на птичий помет – около 20 млн т/год [2], в т.ч. в Сибирском Федеральном округе выход помета – более 1,9 млн т/год, в Алтайском крае – 337,9 тыс. т/год [3, 4]. Накопление больших объемов пометных масс вблизи птицефабрик, недостаточное количество оборудованных площадок для хранения и компостирования помета, нарушение требований хранения, транспортировки, утилизации помета и отсутствие контроля, с одной стороны, приводят к загряз-

нению природных объектов, нарушению экологического равновесия [6-8]. С другой стороны, помет содержит макро- и микроэлементы, способствующие повышению урожайности сельскохозяйственных культур [3, 5]. Использование помета в качестве удобрений, с одной стороны, снизит экологическую нагрузку вблизи птицефабрик, с другой – повысит урожайность сельскохозяйственных культур [4, 8].

**Цель** исследования – оценка степени влияния норм внесения птичьего помета на урожайность яровой мягкой пшеницы с использованием информационно-логической модели.

**Объекты и методы исследования**

Полевой опыт по изучению влияния птичьего помета, применяемого в качестве органического удобрения, на урожайность зерновой культуры проведен в 2014-2016 гг. на территории СПК «Агродар» Зонального района Алтайского края. Опыт заложен по общепринятой методике [10] в 5 вариантах, 3-кратной повторности: 1-й вариант – контрольный, 2-й вариант – 5 т/га, 3-й вариант – 10 т/га, 4-й вариант – 15 т/га, 5-й вариант – 20 т/га птичьего помета. Статистические показатели рассчитывались по методике, изложенной Б.А. Доспеховым [10] с использованием пакета анализа MSExcel, AgCStat. Информационно-логический анализ выполнен в программе «Ali».

Пахотный слой почвы опытного участка на начало проведения опыта характеризовался нейтральной реакцией среды, высоким содержанием подвижного фосфора, повышенным содержанием обменного калия, средним содержанием гумуса (табл. 1).

Климат территории проведения полевого опыта относится к умеренно влажному со средним количеством осадков 225-250 мм, суммой температур воздуха выше 10°C 1800-2000°, ГТК 1,2-1,4 [13].

Полевой опыт был заложен с яровой мягкой пшеницей Омская 28. Посев осуществлялся общепринятыми методами для данной территории средствами СПК «Агродар». Семена перед посевом обработаны фунгицидными протравителями семян «ВиалТрасТ» и стимулятором роста «Гуминатрин». В фазе 2-3 листьев посевы обрабатывались гербицидом системного действия «Триатлон» [9].

**Таблица 1**  
*Результаты химического анализа почвы опытного участка на начало проведения полевого опыта*

Наименование показателей	Значение показателей
pH солевая	5,8
pH водная	6,8
Содержание гумуса, %	5,5
Азот валовый, %	0,28
Фосфор общий, %	0,25
Калий общий, %	2,63
Азот нитратный, мг/кг	7,2
Массовая доля подвижного фосфора, мг/кг	217,7
Массовая доля подвижного калия, мг/кг	148,7

В качестве органического удобрения применялся смешанный помет разновозрастных кур ЗАО «Алтайский бройлер». Помет выдерживался в бурте один год до начала проведения полевого опыта. Химический состав птичьего помета представлен в таблице 2.

**Таблица 2**  
*Химический состав помета кур ЗАО «Алтайский бройлер» (в пересчете на сухое вещество)*

Наименование показателя	Среднее значение за 3 года
Влажность, %	56,59
Зольность, %	25,49
Органическое вещество, %	74,51
pH сол.	5,8
pH вод.	7,1
Азот общий, %	2,74
Фосфор общий, %	2,36
Калий общий, %	1,41

**Результаты исследования**

Внесение помета в разных дозах оказало влияние на урожайность яровой пшеницы (табл. 3).

Степень влияния вариантов на урожайность, согласно проведенному дисперсионному анализу, составила в 2014 г. 89,3%, 2015 г. – 94,6, 2016 г. – 93,8%.

Максимальную прибавку урожайности относительно контрольного варианта в опыте в 2014 г. показали варианты с внесением 5 и 10 т/га птичьего помета (+53,2 и +45,3% соответственно), в 2015 г. – варианты с внесением 10 и 15 т/га (+65,8 и +72,8% соответственно), в 2016 г. – варианты с внесением 5 и 10 т/га (+9,5 и +11,1% соответственно). Снижение урожайности относительно вариантов с максимальной прибавкой урожайности наблюдалось при внесении птичьего помета в дозе 20 т/га.

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от различных факторов, таких как норма внесения удобрения, погодные условия, содержание гумуса и основных макроэлементов в почве, технология возделывания культуры, сортовые особенности и др. Для оценки степени влияния различных факторов на урожайность яровой пшеницы был проведен информационно-логический анализ, являющийся универсальным методом, позволяющим проводить оценку факторов, выраженных как в количественной, так и в качественной форме; выявить степень зависимости, форму и

тесноту связи между отдельными факторами и урожайностью; построить информационно-логическую модель зависимости урожайности от различных факторов [11, 12]. Оценка показателей осуществляется по количеству информации (информативности), поступающей от влияющих факторов (Т) к явлению (урожайности), и коэффициента эффективности передачи информации (К) (табл. 4).

Проведенный анализ показал наличие прямой тесной связи между урожайностью и влияющими факторами. Наибольшее влияние на урожайность оказали нормы внесения птичьего помета ( $K=0,3687$ ), содержание в почве валовых форм азота ( $K=0,3640$ ) и фосфора ( $K=0,3640$ ), содержание гумуса в почве ( $K=0,3273$ ), наименьшее влияние –  $pH_{\text{водн.}}$  почвы ( $K=0,0988$ ).

На основании ранжирования значений коэффициента эффективности передачи информации (К) можно построить инфор-

мационно-логическую модель урожайности пшеницы:

$$Y = NB \times N \times P \times G \times GTK \times K \times pH_{\text{водн.}}$$

где Y – урожайность пшеницы;

x – обозначение логической функции нелинейного произведения.

Оценка степени связи основных влияющих факторов и урожайности позволила определить долю участия каждого фактора: норма внесения птичьего помета (NB) – 29,46%, содержание гумуса (Г) – 19,08%, азот общий (N) – 13,35%, фосфор общий (P) – 13,35%, гидротермический коэффициент (ГТК) – 9,98%, калий общий (K) – 6,28%, кислотность почвы ( $pH_{\text{водн.}}$ ) – 3,95%. Совокупное влияние рассмотренных факторов составило 95,45%.

Информационно-логическая модель урожайности позволяет производить прогноз урожайности яровой пшеницы с точностью 95,45% с учетом степени влияния рассмотренных факторов.

Таблица 3

**Урожайность яровой мягкой пшеницы Омская 28 при внесении разных доз птичьего помета в полевом опыте**

Варианты опыта	Урожайность, ц/га			Изменение урожайности относительно контроля					
				2014 г.		2015 г.		2016 г.	
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Контроль	20,3	18,4	16,4	0	100	0	100	0	100
ПП*, 5 т/га	31,1	29,6	25,9	10,8	53,2	11,2	60,9	9,5	58,01
ПП, 10 т/га	29,5	30,5	27,5	9,2	45,3	12,1	65,8	11,1	67,40
ПП, 15 т/га	23,3	31,8	23,9	3,0	14,8	13,4	72,8	7,5	45,93
ПП, 20 т/га	20,8	25,1	21,4	0,5	2,5	6,7	36,4	5,0	30,28
$HCPO_5$ , ц/га	3,6	2,95	1,7	x		x		x	x

\*ПП – птичий помет.

Таблица 4

**Степень связи между урожайностью яровой мягкой пшеницы Омская 28 и влияющими факторами**

Наименование влияющего фактора	Информативность фактора (Т), бит	Коэффициента эффективности передачи информации (К)
Норма внесения ПП	0,7373	0,3687
Гумус, %	0,4776	0,3273
Гидротермический коэффициент (ГТК)	0,2497	0,2720
Азот общий, %	0,3342	0,3640
Фосфор общий, %	0,3342	0,3640
Калий общий, %	0,1565	0,1705
$pH_{\text{водн.}}$	0,0988	0,0988

**Выводы**

1. Влияние вариантов опыта на урожайность согласно дисперсионному анализу высокая – от 89,3 до 94,6%.

2. Информационно-аналитический анализ в исследовании влияния птичьего помета на урожайность яровой мягкой пшеницы показал наличие прямой тесной связи между влияющими факторами и урожайностью.

3. Совокупное влияние изученных факторов на урожайность (нормы внесения помета, ГТК, гумуса, валовых форм азота, фосфора, калия, кислотности почвы) составило 95,45%. Наибольшее влияние на урожайность оказали нормы внесения птичьего помета – 29,46%.

4. Информационно-логическая модель урожайности позволяет производить прогноз урожайности яровой пшеницы с точностью 95,45% с учетом степени влияния рассмотренных факторов.

**Библиографический список**

1. Голубев И.Г., Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю., Лопатников М.В. Рециклинг отходов в АПК: справочник. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 296 с.

2. Седых В.А. Экологическая оценка использования куриного помета на почвах таежно-лесной зоны: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.02.13, 03.02.08. – М., 2013. – 48 с.

3. Лысенко В.П. Переработка отходов птицеводства / Российская академия сельскохозяйственных наук, Межрегиональный научно-технический центр «Племптица», Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства. – Сергиев Посад, 1998. – 151 с.

4. Лысенко В.П. Переработка отходов – залог повышения экономики // Птицеводство. – 2013. – № 5. – С. 52-55.

5. Кудряшов В.Л. Инновационная технология переработки бесподстильного куриного помета в кормовые добавки на основе импортозамещающих мембран // Птица и птицепродукты. – 2016. – № 1. – С. 65-68.

6. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: учеб. пособие для хим., хим.-технол. и биол. спец. вузов. – М.: Высшая шк., 2002. – 334 с.

7. Использование птичьего помета в земледелии: научно-методическое руко-

водство. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. – 272 с.

8. Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Попов П.Д. Теория и практика использования органических удобрений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 96 с.

9. Тиньгаев А.В., Малютина Л.А., Шепталов В.Б. Влияние птичьего помета на урожайность яровой пшеницы при внесении в черноземные почвы на Алтае // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 22-24.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами обработки результатов исследований.) – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

11. Овцинов В.И., Совриков А.Б. Экономико-математические методы и моделирование: применение в почвенно-агрохимических исследованиях, землеустройстве и кадастре. Ч. I. Математические методы оценки качества и подготовки информации к моделированию: методические указания к лабораторным занятиям. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. – 34 с.

12. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза. – Новосибирск: Наука, 1984. – 200 с.

13. Агроклиматические ресурсы Алтайского края (без Горно-Алтайской автономной области). – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 155 с.

**References**

1. Golubev I.G., Shvanskaya I.A., Konovalenko L.Yu., Lopatnikov M.V. Retsikling otkhodov v APK: spravochnik. – M.: FGBNU «Rocinformagrotekh», 2011. – 296 s.

2. Sedykh V.A. Ekologicheskaya otsenka ispol'zovaniya kurinogo pometa na pochvakh taezhno-lesnoy zony: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 03.02.13, 03.02.08 / Sedykh Vladimir Aleksandrovich. – M., 2013. – 48 s.

3. Lysenko V.P. Pererabotka otkhodov ptitsevodstva / V.P. Lysenko; Rossiyskaya akademiya sel'skokhozyaystvennykh nauk, Mezhhregional'nyy nauchno-tekhnicheskii tsentr «Plempitiisa», Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy i tekhnologicheskii institut ptitsevodstva. – Sergiev Posad, 1998. – 151 s.

4. Lysenko V.P. Pererabotka otkhodov – zalog povysheniya ekonomiki // Ptitsevodstvo. – 2013. – № 5. – S. 52-55.

5. Kudryashov V.L. Innovatsionnaya tekhnologiya pererabotki bespodstillochnogo

kurinogo pometa v kormovye dobavki na osnove importozameshchayushchikh membran // Ptitsa i ptitseprodukty. – 2016. – № 1. – S. 65-68.

6. Orlov D.S., Sadovnikova L.K., Lozanovskaya I.N. Ekologiya i okhrana biosfery pri khimicheskom zagryaznenii: ucheb. posobie dlya khim., khim.-tehnol. i biol. spets. vuzov. – M.: Vyssh. shk., 2002. – 334 s.

7. Ispol'zovanie ptich'ego pometa v zemledelii (nauchno-metodicheskoe rukovodstvo). – M.: OOO «NIPKTs Voskhod-A», 2013. – 272 s.

8. Lozanovskaya I.N., Orlov D.S., Popov P.D. Teoriya i praktika ispol'zovaniya organicheskikh udobreniy. – M.: Agropromizdat, 1988. – 96 s.

9. Tin'gaev A.V., Malyutina L.A., Sheptalov V.B. Vliyaniye ptich'ego pometa na urozhaynost' yarovoy pshenitsy pri vnesenii v chernozemnye pochvy na Altae // Melio-

ratsiya i vodnoe khozyaystvo. – 2015. – № 3. – S. 22-24.

10. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

11. Ovtsinov V.I., Sovrikov A.B. Ekonomiko-matematicheskie metody i modelirovaniye: primeneniye v pochvenno-agrokhimicheskikh issledovaniyakh, zemleustroystve i kadaстре. Chast' I. Matematicheskie metody otsenki kachestva i podgotovki informatsii k modelirovaniyu: metodicheskie ukazaniya k laboratornym zanyatiyam. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2007. – 34 s.

12. Burlakova L.M. Plodorodie Altayskikh chernozemov v sisteme agrotsenoza. – Novosibirsk: Nauka, 1984. – 200 s.

13. Agroklimaticheskie resursy Altayskogo kraya (bez Gorno-Altayskoy avtonomnoy oblasti). – L.: Gidrometeoizdat, 1971. – 155 s.

